

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Профили «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
на тему:
**«МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ»**

СтудентМотькин Евгений Николаевич
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

РуководительБит-Давид Е.Л.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр..... ..Бит-Давид Е.Л.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 17.06.2019 г. № 12)
Заведующий кафедрой..... ..Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой __ (протокол заседания ГЭК от _____ № __)
Секретарь ГЭКПаскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3 стр.
ГЛАВА 1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ. РОЛЬ, МЕСТО И ФУНКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ.....	6 стр.
1.1 ПОНЯТИЕ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ.....	6 стр.
1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.....	11 стр.
1.3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ УЧЕНИКАМИ В ШКОЛАХ ГОРОДА ПЕНЗЫ.....	14 стр.
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ.....	18 стр.
2.1 ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.....	18 стр.
2.2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ УРОКОВ ФИЗИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ.....	23 стр.
2.3 ОПЫТНОЕ АПРОБИРОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ.....	29 стр.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32 стр.
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	33 стр.
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	35 стр.

ВВЕДЕНИЕ

Физика оказывает огромное влияние на различные отрасли науки, техники и производства. Физика является базовым предметом для технического образования после школы. Социальный спрос на технические специальности постоянно возрастает, что требует качественной подготовки учащихся по предмету, которая невозможна без обучения решению физических задач.

Особое место среди них по мнению Киселёва В.В. и Козлова С.А. занимают экспериментальные задачи. Они выполняют несколько дидактических функций: повышают интерес к предмету, активизируют мышление, внимание учащихся, способствуют политехническому образованию. [1]

Однако, решению экспериментальных задач не уделяется должного внимания. Возможно, это связано с отсутствием целостной методики обучения решению экспериментальных задач, современного оборудования, с сокращением учебных часов по физике. Всё вышесказанное и определяет актуальность темы выпускной квалификационной работы «Методика обучения решению экспериментальных задач по оптике».

Моя работа направлена на разработку некоторых методических рекомендаций обучения решению экспериментальных задач по разделу «Оптика».

Объектом исследования является процесс обучения решению экспериментальных задач по оптике.

Предметом исследования является методика использования экспериментальных задач по оптике в процессе обучения.

Цель исследования: разработать методические рекомендации обучения решению экспериментальных задач по оптике, которая будет способствовать повышению качества знаний учащихся по физике и повышению интереса учащихся к физике как к предмету.

Гипотеза исследования: изучение раздела “Оптика” будет эффективней, если в процессе изучения применять экспериментальные задачи, которые способствуют активации познавательной деятельности учащихся.

Для достижения цели были поставлены следующие *задачи*:

- изучить и проанализировать научно-методическую литературу с целью уточнения содержания понятия “экспериментальная задача”, выявления способов классификации экспериментальных физических задач, особенностей экспериментальных физических задач по оптике, и их значения на уроках физики;

- проанализировать существующие методики обучения решению экспериментальных задач по физике;

- разработать методические рекомендации обучения решению экспериментальных задач по оптике.

В ходе данного исследования применялись следующие методы: теоретический анализ проблемы на основе изучения психологической, педагогической и методической литературы, наблюдение, тестирование, анализ результатов исследования, педагогический эксперимент по реализации разработанной модели в учебном процессе со статистической обработкой его результатов.

Научная новизна и *теоретическая значимость* работы заключается в попытке разработки модели методики использования экспериментальных задач по оптике на уроках физики, способствующей повышению качества знаний учащихся по физике и повышению интереса учащихся к данному предмету.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы, приложения.

Во введении работы обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе дано общее понятие об экспериментальных задачах, рассмотрена сущность использования экспериментальных задач в школьном курсе физики.

Во второй главе предложены методические рекомендации использования экспериментальных задач по оптике.

В заключении сформулированы обобщающие выводы и предложения по исследуемой теме.

Апробация методических рекомендаций по обучению решению экспериментальных задач по оптике проводилась в практической работе на базе государственного бюджетного нетипового общеобразовательного учреждения Пензенской области «Губернский лицей».

ГЛАВА 1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ. РОЛЬ, МЕСТО И ФУНКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ.

1.1 ПОНЯТИЕ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ.

Известный педагог Сластенин В.А. считает, что качественный процесс обучения невозможен без выполнения экспериментальных заданий. Он предлагает следующее определение понятию экспериментальные задания: «Экспериментальные задания - это кратковременные наблюдения, измерения и опыты, тесно связанные с темой урока» [2].

Буров В.А. в своей работе писал: «Без эксперимента нет и не может быть рационального обучения физике; одно словесное обучение физике неизбежно приводит к формализму и механическому заучиванию» [3].

Действительно, пройти какую-либо тему по физике чисто теоретически недостаточно для полного ее усвоения. Грамотное сочетание теории с практикой даст нужный образовательный и воспитательный эффект. Основным инструментом в обучении практической части физики в школе является лабораторный и демонстрационный эксперимент, с которым учащиеся должны встречаться в классе на лабораторных работах, в физическом кружке, физическом практикуме и в домашних условиях.

В настоящее время для повышения уровня знаний учащихся по физике в средней школе используют различные методы. Повышают количество экспериментальных работ в процессе обучения физике, всячески организуют самостоятельную работу обучающихся. Главным помощником в этом деле являются экспериментальные задачи. Решение экспериментальных задач находится опытным путем.

В методической литературе нет точного определения экспериментальным задачам.

В работе П. А. Знаменского “Методика преподавания физики” говорится о том, что к экспериментальным задачам относятся вычислительные задачи и задачи-вопросы в решении которых большое значение имеет эксперимент.

В его работе не была представлена методика решения таких задач, но присутствуют их примеры. [4].

С. С. Мошков в своей работе “Экспериментальные задачи по физике” приводит классификацию экспериментальных задач, методику их решения и примеры. [5].

В. П. Орехова и С. Е. Каменецкий определяют экспериментальные задачи следующим образом: «Экспериментальными называют задачи, в которых с той или иной целью используют эксперимент» [6].

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать целостное определение экспериментальных задач.

Экспериментальные задачи – это задачи по физике, в которых нельзя найти решение без проведения эксперимента.

Экспериментальные физические задачи требуют от учащихся больше времени на подготовку к их решению, но в то же время они оказывают положительное влияние на качество преподавания такого достаточно сложного предмета как “Физика”.

С помощью решения экспериментальных задач повышается активность учащихся на уроке, ребята приобретают умения анализировать различные явления, а также использовать свои навыки и знания для решения повседневных задач.

При систематическом решении экспериментальных задач у учащихся развиваются творческие способности и навыки исследовательского характера. Ведь при решении таких задач ребятам предстоит не только составить план, по которому решается задача, но и придумать способ получения данных для ее решения, также необходимо самостоятельно собрать установку.

Решение экспериментальных задач помогает ученикам убедиться в том, что полученные в школе знания можно применить к решению различных

практических вопросов, что с помощью полученных знаний можно предугадать различные физические явления и его закономерности. В процессе решения этих задач, учащиеся получают прочные, осмысленные знания, умение пользоваться этими знаниями в жизни.

Экспериментальные физические задачи приводят к улучшению у учеников навыков решения расчётных задач, решение которых связано с подстановкой чисел, данных из условия, в формулы без понимания смысла задачи. В условии экспериментальных задач нет всех данных, которые необходимы для их решения, поэтому ученик должен сначала осмыслить физическое явление, о котором говорится в задаче, выявить те данные, которые ему нужны, продумать способы их определения, найти данные и подставить их в формулу, что ученик делает вполне осмысленно.

Решение экспериментальных физических задач воспитывает у учеников критический подход к результатам измерений. Ребята понимают, что результаты полученных измерений при проведении эксперимента являются приближёнными. При проведении эксперимента важно учитывать то, что на точность данных влияют различные причины. Поэтому, при проведении эксперимента, нужно устранять все побочные влияния.

Галлингер И.В. утверждал, что постановка экспериментальных задач помогает вскрывать недопонятое, ошибочно представляемое учащимися, причем задача может быть очень простой, но заставляющей учащихся выявить их внутреннее понимание вопроса, а не формальное знание его. Конкретные вещественные установки сосредотачивают внимание учащихся на поставленном вопросе вне зависимости от внешней эффектности самой установки или ожидаемого явления, а в силу своей непосредственной связи с жизнью, с природой. Установка может быть самой обычной, интерес рождается не ею, а возможностью использовать свои знания для предвидения реального события. Решение экспериментальных задач и особенно количественных, конечно, дело несколько более сложное, чем решение текстовых задач, так как проверка решения практикой заставляет и многое

учитывать, и быть очень внимательным к экспериментальной части задач и к вычислениям”. [7]

Известно, что материал хорошо усваивается при использовании в образовательном процессе принципа наглядности. Коменский Я. А. назвал данный принцип “Золотым правилом дидактики”. Ведь продемонстрировать то или иное физическое явление с помощью прибора гораздо эффективнее, чем рассказать о нем.

Развитие определенных качеств личности зависит от степени их проявления в деятельности. Домашние экспериментальные задания воспитывают самостоятельность и ответственность. Развитие этих качеств на уроке не будет реализовано полностью без постоянных осознанных действий ученика. Решая экспериментальную задачу на уроке, ребятам не приходится выбирать, когда, в какое время, какими средствами и в какой последовательности — это делать. Домашний опыт предоставляет школьнику возможность самостоятельно планировать свое время.

Главным преимуществом экспериментальных задач считается их связь с реальными явлениями, которые протекают на глазах учащихся.

Недостаток экспериментальных задач в том, что они обладают тематической ограниченностью своего содержания, которая вызывается специфичностью обстановки в школе и экспериментальной базы кабинета физики. Экспериментальные задачи можно решать во всех классах, в которых преподается физика, начиная с 7 по 11 включительно.

В процессе самостоятельного решения экспериментальных задач на уроках физики, учащиеся приобретают следующие умения:

- - изучать, наблюдать, явления и свойства тел и веществ;
- - описывать результаты своих наблюдений и опытов;
- - выдвигать гипотезы;
- - отбирать приборы, которые необходимы для проведения экспериментов;
- - производить измерения;

- - вычислять погрешности косвенных и прямых измерений;
- - показывать результаты измерений в виде графиков и таблиц;
- - объяснять результаты экспериментов;
- - делать соответствующие выводы;
- - участвовать в обсуждении результатов эксперимента.

Каменецкий С. Е. утверждал: “Учебный физический эксперимент является неотъемлемой, органической частью курса физики средней школы. Удачное сочетание теоретического материала и эксперимента дает, как показывает практика, наилучший педагогический результат” [8].

Действительно, новый материал гораздо лучше усваивается учениками, если в процессе обучения физике совмещать теорию с практикой.

Изучив и проанализировав научно-методическую литературу, мы узнали, что основное назначение экспериментальных задач заключается в формировании у учащихся основных понятий, законов, теорий, в развитии самостоятельности, мышления, практических навыков и умений.

Постоянное использование в обучении физике экспериментальных задач приводит к более глубокому пониманию учениками сущности изучаемых законов и явлений.

Экспериментальные задачи можно и нужно использовать в нетрадиционных уроках и на факультативных занятиях по физике.

1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Экспериментальные задачи могут быть качественными и количественными. К *качественным экспериментальным задачам* относятся задачи, которые не требуют для решения математического расчёта и количественных данных.

В задачах такого вида ученик должен самостоятельно воспроизвести с помощью представленных приборов какое-либо физическое явление или предвидеть это явление в результате опыта.

Пример качественной экспериментальной задачи:

При прохождении темы «Преломление света. Закон преломления света» на демонстрационном столе собирается установка, которая состоит из лазерной указки, чашки Петри, стакана с исследуемым растительным маслом. Чашка Петри наполняется маслом, луч лазера направляется на некоторую точку на боковой стенке чашки с маслом. Показав установку учащимся, предлагаем им решить, какое явление будет наблюдаться внутри чашки? Учащиеся должны подробно разобрать задачу и обосновать, почему луч начинает преломляться?

Количественные экспериментальные задачи – это задачи, решение которых осуществляется путём математической обработки данных, полученных экспериментально. Решение таких задач начинается с проведения эксперимента. Чтобы решить количественную задачу, нужно произвести измерения, а затем с помощью математических формул вычислить ответ задачи.

Пример количественной экспериментальной задачи:

Определить высоту электрической лампы накаливания, расположенной на аллее парка, с помощью линейки 1 м. (лампа подвешена довольно высоко).

Такая задача решается довольно просто. Место точки А (под лампой) определяется с помощью линейки, используя ее в качестве отвеса. (В точке А

линейка не должна давать боковых теней). Придав отвесное положение линейке, получим точку B ($B'B = h$). Наличие линейки позволяет измерить расстояние $AC = L$ и длину тени $BC = l$ на аллее от линейки. Полученных числовых данных для L и l достаточно, чтобы из подобия треугольников $AA'B$ и $BB'C$ найти высоту лампы над землей $H = \frac{Lh}{l}$ (см. рисунок 17. на стр.47).

По мнению Давыдова В.В.: “Проверка правильности решения таких задач может быть осуществлена разными способами в зависимости от содержания задач. Решение большинства количественных задач проверяется путём непосредственного измерения искомой величины с помощью соответствующих приборов; с помощью другого контрольного опыта, т.е. другим способом и другими приборами; по паспортным данным или таблицам. Решение качественных задач проверяется, как правило, с помощью постановки контрольного опыта. Например, в задаче дано описание опыта, требуется предсказать его результаты. Контрольный эксперимент, выполненный учеником, либо подтвердит его ответ, либо опровергнет. Частичного совпадения логического решения и опыта здесь не должно быть, поэтому необходимо свести к минимуму все побочные факторы, отрицательно влияющие на результат эксперимента. Приборы для контрольного опыта заранее выдавать не следует. Иначе, как правило, ученик сначала проделывает контрольный опыт, а потом подгоняет решение к результату эксперимента” [9].

И. Г. Антипин разделяет экспериментальные задачи на несколько групп по степени участия эксперимента в решении:

- 1. Задачи, в которых нужно показать определенное физическое явление с помощью данных физических приборов без указаний на то, как это сделать. Без смекалки и мышления здесь не обойтись.
- 2. Задачи, в которых ученики должны предсказать результат опыта по его описанию. Такие задачи будут способствовать формированию у учащихся критического подхода к своим выводам.

- 3. Задачи, в которых учащиеся сами устанавливают взаимосвязь и зависимость между различными физическими величинами.

- 4. Задачи на определение физических величин с помощью глазомера с последующей проверкой ответа. Данные задачи помогают учащимся заранее оценивать результаты измерений и тем самым правильно выбирать нужные для опыта приборы и инструменты.

- 5. Задачи с содержанием производственного характера, в которых решаются определенные практические вопросы. Эти задачи разбираются во время работы в школьных мастерских, учебных экскурсий, а также на уроках с использованием для этого различных инструментов и приборов.

- 6. Задачи, в которых нужно использовать различные данные приборов, измерять нужные физические величины, экспериментально проверять данные приборов для получения ответа. [10].

Шилов В.Ф. утверждает, что экспериментальные задачи можно классифицировать по используемому при их выполнении оборудованию:

- 1. Изучение человека. Это задания на определение различных параметров человека (длина шага, средняя скорость движения, работа, совершаемая при ходьбе, мощность работы сердца и т.д.).

- 2. Применение бытовых предметов. Эти задания знакомят с физическими характеристиками повседневных продуктов питания: соли, сахара, картофеля и т.д.

- 3. Использование спортивного инвентаря и спортивных сооружений (горки, качели, мяча, лыжи и т.д.)

- 4. Конструирование приборов и приспособлений с последующим использованием их в домашнем эксперименте”.

- 5. Правильное использование транспортных средств (автомобиль, велосипед и т.д.) и изучение их комплектующих: двигателя внутреннего сгорания, коленчатого вала и т.д.

- 6. Пользование бытовыми измерительными приборами. Задания на применение измерительных приборов: рулетки, мерной кружки, шприца, термометра и т.д. [11]

1.3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ УЧЕНИКАМИ В ШКОЛАХ ГОРОДА ПЕНЗЫ

Итак, мы выяснили, что экспериментальные задачи положительно влияют на образовательный процесс. Решение экспериментальных задач способствует развитию мышления, самостоятельности, практических умений и навыков. Также, мы выяснили, что постоянное использование в образовательном процессе экспериментальных задач приводит к более глубокому пониманию учениками сущности изучаемых законов и явлений, а также к пониманию связей между явлениями.

Чтобы оценить сформировано ли умение решать экспериментальные задачи у школьников Пензенской области, мы провели констатирующий эксперимент. В качестве респондентов были выбраны учащиеся 8 информационно-математического класса «Губернского лицея». Учащиеся этого класса, собраны из разных школ Пензенской области и в основном в лицее обучаются первый год. Им было предложено самостоятельно решить экспериментальную задачу по физике.

Условие. Внутри «серого ящика» расположено прозрачное стекло, на котором находится непрозрачный объект (буква «Н», сделанная из фольги). На некотором расстоянии от объекта в торцевой стенке серого ящика расположена собирающая линза. На другом торце расположено прозрачное окно, закрывающее непосредственный доступ к объекту (рис. 1).

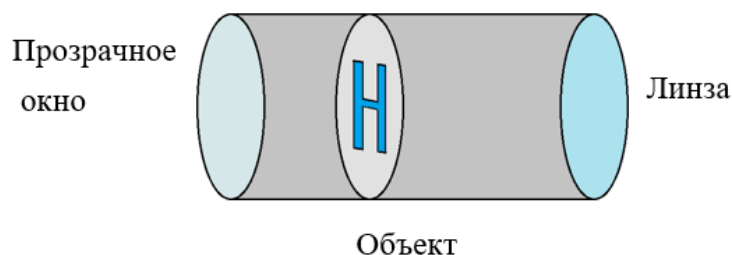


Рисунок 1. Иллюстрация к условию задачи
«Изучение оптического “серого ящика”».

Задание.

- 1) Измерить фокусное расстояние линзы.
- 2) Измерить высоту объекта, расположенного внутри серого ящика. В отчёте привести соответствующие схемы хода лучей.

Оборудование. Источник света, линейка, лист картона, лист миллиметровой бумаги, пластилин, исследуемый «серый ящик» (рис. 2), 2 зажима для бумаги.

Пояснения. Фокусное расстояние линзы определяется путём поиска точки, в которую соберутся лучи после прохождения света через собирающую линзу (лучи параллельны главной оптической оси линзы).

Для определения высоты непрозрачного объекта анализируется зависимость высоты проекции (тени) объекта на экране от расстояния между линзой и экраном (см. схему хода лучей на рис. 3).



Рисунок 2. Внешний вид оптического «серого ящика».

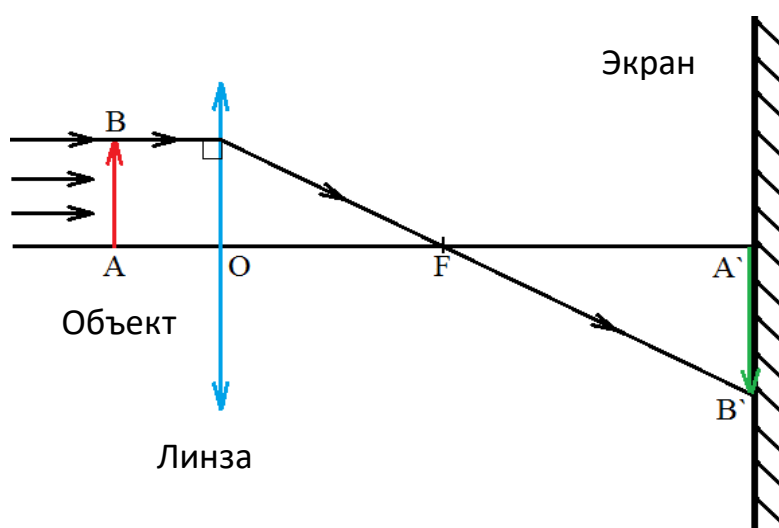


Рисунок 3. Схема хода лучей в «сером ящике».

На диаграмме видно, что 8% учащихся не справились с заданием совсем, большая часть учеников – 46% выполнили задание частично, и только 13% учащихся полностью справились с заданием. Оценка умения решать экспериментальные задачи проводилась по семибалльной шкале. Анализ работ учащихся показывает, что они знают формулу тонкой линзы, знают ход лучей в линзе, умеют решать стандартные задачи, т.е. владеют теоретическим материалом, но не умеют применять свои знания на практике.

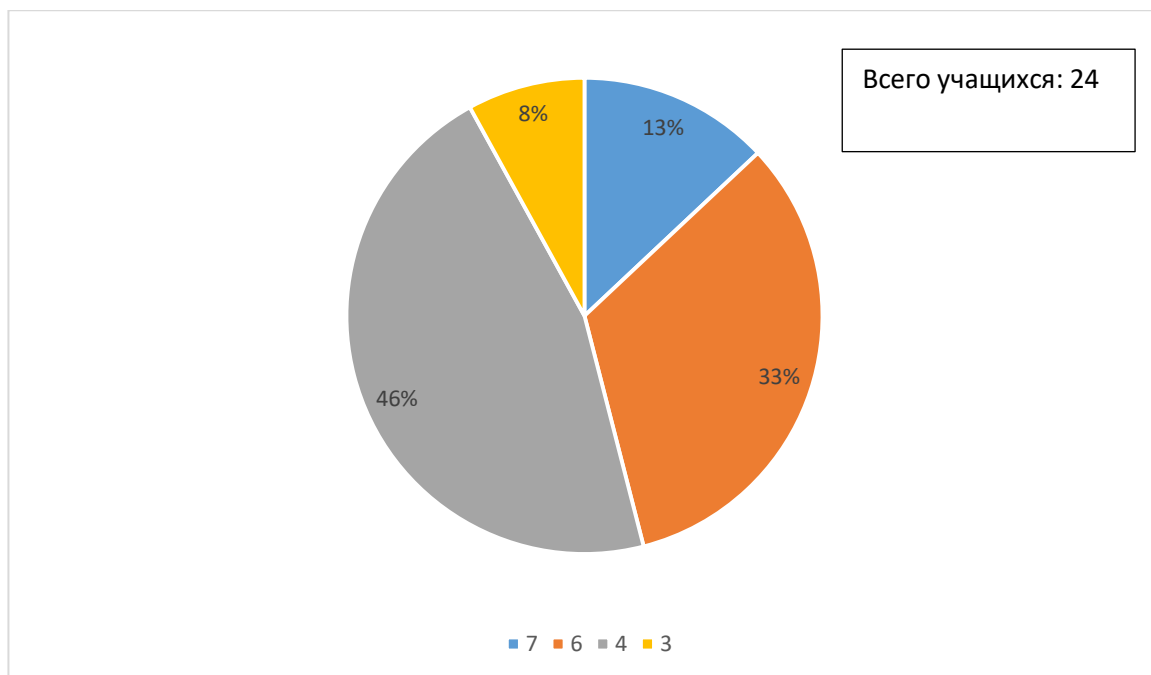


Рисунок 4. Диаграмма результатов экспериментального исследования.

Что еще раз подтверждает актуальность выбранной темы выпускной квалификационной работы «Методика обучения решению экспериментальных задач по оптике».

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ.

2.1 ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.

К экспериментальным задачам относятся те, которые нельзя решить без постановки измерений и опытов.

Основным значением решения экспериментальных физических задач является формирование и развитие у учащихся наблюдательности, умений измерять, умений правильно обращаться с различными физическими приборами.

Экспериментальные задачи приводят к более глубокому пониманию сущности физических явлений, появлению умения у учащихся строить гипотезу и проверять ее на практике. Решая экспериментальные задачи, учащиеся приобретают умения решать физические задачи экспериментальным способом.

Классификацию экспериментальных задач мы рассмотрели в 1 главе п. 1.2. Мы выяснили, что экспериментальные задачи бывают количественными и качественными. Тем не менее существует несколько видов экспериментальных задач по роли эксперимента в решении:

- задачи, в которых нельзя получить ответ на вопрос без эксперимента;

Пример. *Каким образом можно увидеть отражение неба в листе бумаги?*

Необходимо взять лист достаточно гладкой бумаги, прислонить ее к переносице и в яркий солнечный день повернитесь к окну. Взгляд обязательно должен скользить по бумаге. На бумаге вы увидите бледное отражение неба, силуэты домов и деревьев.

Пояснение. *Когда мы начинаем смотреть вдоль листа, все бугорки бумажной поверхности загораживаются впадинками и превращаются как бы в*

одну сплошную поверхность. Беспорядочных лучей от впадин мы уже не видим, они нам теперь не мешают видеть то, что отражают бугорки.

- эксперимент используется для создания задачной ситуации;

Пример. *Возьмите прозрачный стакан с водой и положите в него монетку. Почему монетка в стакане кажется нам больше, чем она есть на самом деле?*

Пояснение. *Когда свет достигает раздела двух сред, часть его отражается, другая же часть проходит сквозь границу, преломляясь при этом, то есть, изменяя направление дальнейшего распространения.*

Монета, погруженная в воду, кажется нам более крупной по сравнению с тем, когда она просто лежит на столе. Это явления объясняются преломлением света. Преломление света связано с тем, что в разных средах свет распространяется с различной скоростью. Скорость распространения света в той или иной среде характеризует оптическую плотность данной среды: чем выше скорость света в данной среде, тем меньше ее оптическая плотность.

- эксперимент используется для проверки правильности решения.

Пример. *В ходе решения задачи, мы определили фокусное расстояние собирающей линзы равное 35 см. Проведите эксперимент с этой линзой и докажете, что ответ верный.*

Решение экспериментальной задачи всегда начинается с постановки задачи, затем записывается условие, определяется гипотеза, проверка которой планируется, затем различными средствами (математическими, логическими и экспериментальными) реализуется намеченный план. Далее результат, который был получен, кодируется выбранным способом, после чего осуществляется его проверка.

Экспериментальные задачи в процессе обучения можно использовать в любой части урока, но цели применения, методика и содержание задач при этом могут отличаться.

1. Использование задач в качестве опроса с целью выяснить, насколько глубоко и правильно ученик усвоил ранее пройденный материал.

2. Применение физических задач на уроке, чтобы проверить степень понимания учениками пройденного материала, а также с целью его закрепления. Решение задач в этом случае может способствовать уточнению и углублению нового материала.

3. С экспериментальной задачи может начинаться тема урока. В этом случае вопрос вызывает некоторое удивление и желание его решить. Большое значение здесь имеет постановка проблемы, а значит, нужна подходящая экспериментальная задача. В ходе решения данной задачи происходит усвоение новых понятий, закономерностей и зависимостей. (Закон Ома - зависимость силы тока от напряжения и сопротивления).

4. Использование задач как иллюстрацию, которая подтверждает важность и правильность сделанных теоретических выводов. (Скорость движения молекул и температура тела).

5. Могут быть полезны 10-15 минутные классные упражнения по решению экспериментальных задач с предстоящим разбором и выяснением причин, которые привели к допущенным ошибкам.

6. Большему проявлению творчества и самостоятельности способствует проведение контрольных работ по решению экспериментальных задач.

7. Колоссальный интерес у учеников вызывает домашнее задание, где требуется решить экспериментальную задачу. Такие задания могут быть общими и индивидуальными. Здесь учитель должен быть уверен, что для проведения домашних опытов ученики смогут найти нужные приборы и предметы.

8. Сложные экспериментальные задачи можно выполнять на факультативных занятиях, так как на их решение требуется больше времени.

Мы выяснили, что экспериментальные задачи в целом положительно влияют на образовательный процесс. Но в методике использования

экспериментальных задач на уроках физике существуют определенные особенности и проблемы.

Приведем краткую характеристику особенностей и проблем методики использования экспериментальных физических задач в учебном процессе.

1. Особенности:

- к данным задачам относятся задачи, решение и постановка которых тем или иным образом связаны с экспериментом;
- требуют большего времени;
- повышают активность учащихся на уроке;
- показывают значение теории;
- развивают у учащихся интерес к физике, помогают эмоциональному развитию школьников, способствуют появлению интереса к физике как к предмету;
- помогают формированию навыков и умений.

2. Формы использования:

- изучение нового материала,
- использование при выполнении лабораторных работ,
- фронтальное решение простых задач,
- использование на контрольных занятиях,
- использование для домашнего задания.

3. Методика проведения:

- парадоксальность эксперимента,
- возможность выбора решения,
- несоответствие между опытом и знаниями учащихся из жизни,
- прерывание демонстрации, когда промежуточный результат не соответствует конечному,
- проведение лабораторных работ как последовательности экспериментальных задач.

4. Проблемы методики решения задач:

Шилов В.Ф. говорил: «Надо научиться такому подходу к задаче, при котором задача выступает как объект тщательного изучения, а ее решение - как объект конструирования и изобретения» [12].

- организация деятельности учащихся (во всех аспектах) - главная проблема методики решения задач. Сюда входит: последовательность действий при решении, мотивация, учет индивидуальных особенностей и др.

- систематическая работа с задачами. Решение задач разных типов.

- особое внимание уделяется физической стороне задачи: задача изучает какое-либо физическое явление, направлена на его описание. Формулы - это средство.

- расширение функций задач в обучении (особенно в плане воспитания, развития).

- разработка алгоритмов для типичных задач, правил для задач творческого плана.

Для быстрого и правильного решения экспериментальных задач можно использовать общий алгоритм решения экспериментальных задач:

- 1) прочитать внимательно условие задачи; определить цель работы;

- 2) определить, какие явления и законы лежат в основе опыта;

- 3) продумать схему опыта; определить количество и наличие приборов, вспомогательных предметов или оборудования для проведения эксперимента; продумать последовательность действий для проведения физического эксперимента; в случае необходимости, разработать таблицу для занесения результатов эксперимента;

- 4) выполнить эксперимент, результаты занести в таблицу;

- 5) произвести необходимые расчеты, если это требуется согласно условию задачи;

- 6) проанализировать результаты, полученные в ходе эксперимента, и записать ответ.

2.2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ УРОКОВ ФИЗИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ

Физика - наука экспериментальная, поэтому изучение физики невозможно без практической деятельности учащихся. Этим в первую очередь определяется широкое использование лабораторных работ, демонстрационного эксперимента и экспериментальных задач в учебном процессе. Моя работа направлена на повышение уровня знаний учащихся по физике, активизацию учебного процесса, повышение интереса школьников к физике как к предмету за счет внедрения в образовательный процесс экспериментальных задач по оптике.

Оптика - раздел физики, который описывает поведение, свойства, первопричинность и природу света, объясняет связанные с этим явления. Само слово «оптика» переводится на русский язык, как «зримый», «зрительный». Изучение оптики в школе делится на геометрическую и волновую. Рассмотрим организацию учебного процесса с использованием экспериментальных задач при изучении каждой из них.

Изучение геометрической оптики.

Изучение оптики в школе начинается в 8 классе с геометрической оптики в разделе “Световые явления”. Данная тема входит в курс физики первой ступени. Процесс решения задач при этом выступает средством формирования у учащихся знаний о световых явлениях (прямолинейное распространение света, отражение и преломление света), средством усвоения законов отражения и преломления света, изучения оптических приборов и устройств. В качестве границ двух оптических сред рассматриваются плоское зеркало, призма и тонкая линза. Применять экспериментальные задачи необходимо с первых уроков изучения данного раздела физики.

Задачи занятий:

1. Осуществить анализ программы курса физики первой ступени с целью выделения системы изучаемых явлений; произвести их классификацию, определив в ней роль и место знаний учащихся о световых явлениях.
2. Определить содержание и объем понятия “световые явления”, формируемого в данной теме.
3. Определить содержание других элементов знаний (законов, оптических приборов и устройств).
4. Определить виды задач, которые должны быть решены при формировании у учащихся знаний о световых явлениях.
5. Построить алгоритм решения задач по теме.
6. Разработать критерии оценивания.

В процессе решения экспериментальных задач по геометрической оптике происходит усвоение законов, описывающих световые явления: прямолинейное распространение света, отражение и преломление света. Отсюда можно задачи классифицировать на несколько видов: задачи, в процессе решения которых используется закон прямолинейного распространения света, отражения света (при этом делаются построения в плоских зеркалах); задачи, в процессе решения которых используются выделенные положения о преломлении света, рассматривается ход луча в плоской линзе; сложные задачи, при решении которых используются законы как отражения, так и преломления света.

Особенностью процесса решения задач по данной теме является построение геометрического чертежа, в основе которого лежат правила нахождения отраженного или преломленного лучей и широкое использование геометрического способа решения. При построении изображения предмета в тонкой линзе или сферическом зеркале необходимо выделить правила хода трех лучей: луча, проходящего через оптический центр линзы; луча, параллельного главной оси линзы; луча, проходящего через фокус линзы.

Правило построения изображения в тонких линзах:

1. Изобразить линзу, провести главную оптическую ось.
2. Поставить основные характеристики линзы: F (главный фокус), $2F$ (двойной фокус), O (оптический центр).
3. Определить относительно основных характеристик линзы место нахождения предмета, описанного ситуацией задачи.
4. Условным обозначением в виде стрелки изобразить на чертеже расположение предмета.
5. Для любых двух точек предмета построить двумя лучами их изображение.
6. Описать полученное изображение: где находится изображение относительно основных характеристик линзы, какова величина изображения в сравнении с предметом, какое это изображение (действительное или мнимое, прямое или обратное).

В таблице представлены задачи, которые могут быть использованы как на уроках изучения нового материала, так и в качестве дополнения к лабораторным работам.

Таблица 1. Экспериментальные задачи по физике 8 класс “Световые явления”

Тема урока	Номер задачи в приложении (см. стр.)
Преломление света. Закон преломления света.	№1, №2.
Линзы. Оптическая сила линзы.	№3, №4, №5.
Источники света. Распространение света.	№6
Плоские и выпуклые зеркала.	№7
Отражение света. Закон отражения света.	№8, №9

Изучение волновой оптики

Волновая оптика подробно изучается в школе в 11 в разделе “Световые волны”. Данная тема входит в курс физики второй ступени. В процессе решения экспериментальных задач по волновой оптике у учащихся формируются знания о волновых свойствах света (интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия).

Для лучшего усвоения материала применять экспериментальные задачи также необходимо с первых уроков изучения данной темы.

Задачи занятий:

1. Осуществить анализ программы курса физики второй ступени с целью выделения системы изучаемых явлений; произвести их классификацию, определив в ней роль и место знаний учащихся о волновой оптике.
2. Определить содержание и объем понятия “Световые волны”, формируемого в данной теме.
3. Определить содержание других элементов знаний (законов, оптических приборов и устройств).
4. Определить систему задач, направленную на усвоение волновых свойств света.
5. Построить алгоритм решения задач по теме.
6. Разработать критерии оценивания.

Особенностью процесса решения экспериментальных задач по данной теме является проведение эксперимента, при котором учащиеся наглядно могут определить, что за явление (интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия) представлено перед ними, и какими характеристиками и свойствами оно обладает.

Ниже в таблице представлены экспериментальные задачи, которые рекомендуется использовать при изучении раздела “Световые волны” в 11 классе как на уроке изучения нового материала, так и на уроке контроля знаний, а также в качестве дополнения к лабораторным работам.

Таблица 2. Экспериментальные задачи по физике 11 класс “Световые волны”

Тема урока	Номер задачи в приложении (см. стр.)
Дисперсия света.	№11
Интерференция света.	№12, №13
Дифракция света.	№14, №15
Поперечность световых волн. Поляризация света.	№16

Использование экспериментальных задач становится особенно актуально в настоящее время в связи с переходом системы образования на новые стандарты второго поколения. Именно способность самостоятельно добывать знания, применять их в практической деятельности, ставить и решать учебную (творческую, исследовательскую) задачу являются основными показателями образовательного результата. Решение таких задач направлено на формирование необходимых умений и навыков, а значит на достижение нового качества образования.

На основе методической литературы в работе были подобраны самые интересные экспериментальные задачи для изучения оптики в 8, 11 классах, которые действительно нравятся ребятам, повышают их активность на уроке во время изучения данной темы и интерес к физике. К каждой задаче имеется подробное решение и небольшая теоретическая информация, собраны мини-установки, которые необходимы для их решения. Также задачи удобно распределены по темам, изучаемым в разделах “Световые явления” в 8 классе и “Световые волны” в 11 классе. Как было сказано выше, представленные в

работе экспериментальные задачи можно использовать в качестве дополнения к лабораторным работам, на факультативных занятиях по физике, на уроках изучения нового материала, на уроках решения задач и т.д. (список подобранных экспериментальных задач по оптике см. в приложении стр.35).

Еще одной методической проблемой при организации занятий с применением экспериментальных задач является проблема оценивания работ учащихся. Решение данной проблемы видим в овладении учащимися обобщенного алгоритма решения экспериментальных задач. В таком случае оценивание работ можно проводить по некоторой обобщенной схеме, приведенной в таблице 3.

Таблица 3. *Схема оценивания экспериментального задания*

Характеристика оборудования	
При выполнении задания используется комплект оборудования № (перечисляется состав соответствующего комплекта оборудования)	
Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.	
Образец возможного выполнения	
1. <i>Схема экспериментальной установки.</i> 2. <i>Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.</i> 3. <i>График, построенный на основе, проведенных измерений.</i> 4. <i>Вывод о качественной зависимости одной физической величины от другой.</i>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее:	
1) Идея эксперимента (рисунок, схема, физические явления и законы, вывод рабочей формулы);	5
2) правильно записанные результаты прямых измерений;	3
3) правильно построен график (выбран масштаб, оцифрованы оси, нанесены нужное количество точек, точки указаны с учетом погрешности);	2
4) записан окончательный результат или вывод с указанием единиц измерения и с учетом погрешности.	1
Всего	10

2.3 ОПЫТНОЕ АПРОБИРОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ.

На базе государственного бюджетного нетипового общеобразовательного учреждения Пензенской области «Губернский лицей» было проведено 4 этапа эксперимента по исследованию использования экспериментальных физических задач в образовательном процессе.

Первый этап - анализ методической литературы по выбранной теме.

Второй этап - экспериментальная оценка умения решать экспериментальные задачи по физике учениками в школах города Пензы.

Третий этап - разработка методических рекомендаций использования экспериментальных физических задач.

Четвертый этап - опытное апробирование разработанных методических рекомендаций.

Цель работы: на основе анализа психолого-педагогических исследований разработать методические рекомендации использования экспериментальных задач, которые способствуют повышению уровня знаний учащихся по физике и интереса учащихся к физике как к предмету.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- изучить и проанализировать научно-методическую литературу с целью уточнения содержания понятия “экспериментальная задача”, выявления способов классификации экспериментальных задач по физике, особенностей экспериментальных задач по оптике, и их значения на уроках физики;
- проанализировать существующие методики обучения решению экспериментальных задач по физике;
- разработать методические рекомендации использования экспериментальных физических задач.

В целях исследования был проведен констатирующий эксперимент. В качестве респондентов были выбраны учащиеся 8 информационно-математического класса «Губернского лицея». Учащиеся этого класса,

собраны из разных школ Пензенской области и в основном в лицее обучаются первый год.

Им было предложено самостоятельно решить экспериментальную задачу по физике.

Результаты данного эксперимента следующие: 8% учащихся не справились с заданием совсем, большая часть учеников – 46% выполнили задание частично, и только 13% учащихся полностью справились с заданием. Оценка умения решать экспериментальные задачи проводилась по семибалльной шкале. Анализ работ учащихся показывает, что они знают формулу тонкой линзы, знают ход лучей в линзе, умеют решать стандартные задачи, т.е. владеют теоретическим материалом, но не умеют применять свои знания на практике.

В этом классе в течение 2018-2019 года проводились уроки с использованием экспериментальных задач по предложенной методике. В конце каждой четверти были проведены итоговые контрольные работы, состоящие из экспериментальных задач.

Результаты работ приведены в таблице:

Таблица 4. Результаты контрольных работ за 2018-2019 учебный год.

8 класс			
	1 четверть	2 четверть	3 четверть
Всего	24	24	24
Писали	24	22	23
7 баллов	3	5	8
6 баллов	7	7	8
4 балла	13	10	7
3 балла	1	0	0

Анализируя итоги контрольных работ, приходим к выводу о том, что процент учеников, полностью справившихся с заданием, увеличился (обратите внимание на диаграмму, рис. 5), а это значит повысился уровень физических знаний и умений.

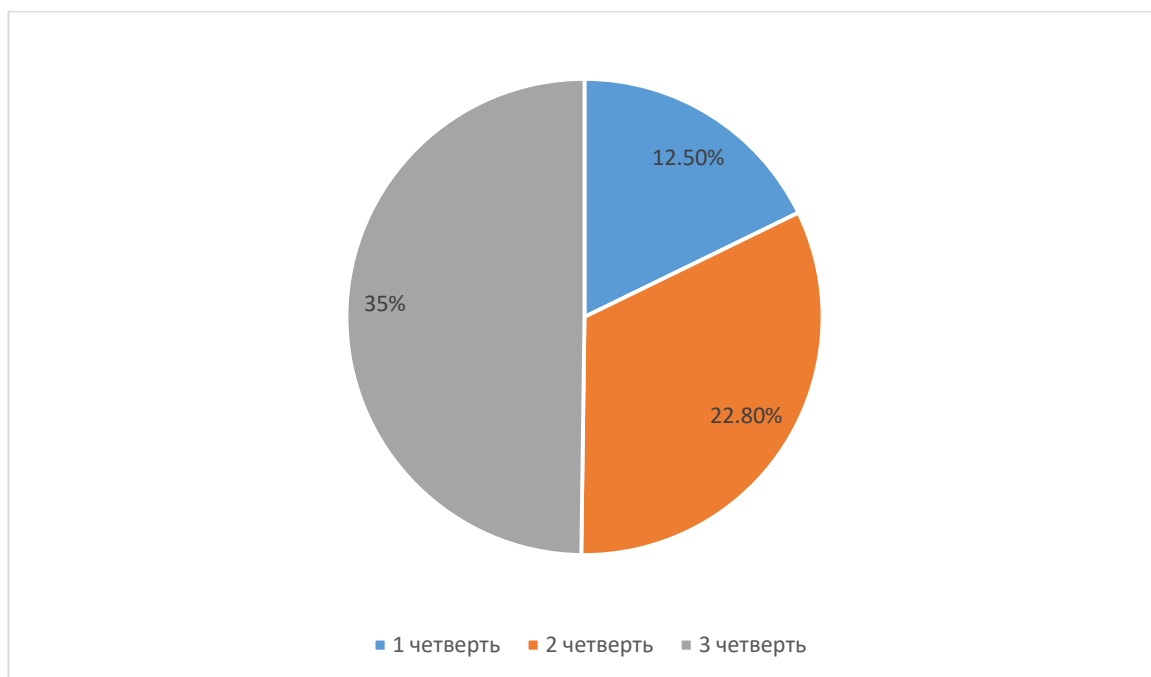


Рисунок 5. Диаграмма результатов исследования.

Исходя из эксперимента, можно сделать вывод о том, что проведенные в течение года уроки с использованием экспериментальных задач, реализуют поставленные задачи. А это значит, что экспериментальные задачи действительно активизируют учебный процесс, повышают качество знаний учащихся и интерес к физике как к предмету.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перед образованием стоит очень важная задача - воспитать самодостаточную личность, которая будет ориентироваться в современном мире.

Решение экспериментальных задач является необходимой частью учебного процесса в физике. Они предоставляют возможность учащимся проявить творческую самостоятельность и приучают их при решении конкретных вопросов опираться на неразрывность связи теории с опытом. Вследствие этой связи весь ход решения задачи и его физический смысл приобретают особую ясность для учащихся [15].

Основное достоинство экспериментальных задач - это вещественная постановка, их непосредственная связь с реальными явлениями, протекающими на глазах учащихся.

Эксперимент очень увлекает ученика, заставляет лучше понимать то явление, которое демонстрируется. Ведь мы знаем, что человек, заинтересованный в результате, добивается успеха. Поэтому, заинтересовав ученика, мы пробуждаем в нем тягу к знаниям.

В дипломной работе выполнены поставленные задачи: просмотрены и проанализированы статьи и учебные материалы по данному вопросу, разработаны некоторые методические рекомендации использования экспериментальных задач на уроках физики. Проведен констатирующий эксперимент с использованием разработанных методических рекомендаций, в ходе которого пришли к выводу о том, что в классе повысился уровень физических знаний и умений учащихся, повысился интерес учащихся к физике как к предмету. Это означает, что постоянное применение экспериментальных задач в целом положительно влияет на образовательный процесс. Решение экспериментальных задач действительно повышает уровень знаний, мотивирует к осознанному изучению физики, т.е. мы достигли поставленной цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселёв В.В., Козлов С.А. Экспериментальные задачи по физике. - Ставрополь: 2012. - 44 с.
2. Сластенин В. А. Педагогика. - М.: «Гардарики», 2009. - 190 с.
3. Буров В.А. и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике в средней школе. - М.: «Академия», 2005. - 208 с.
4. Знаменский П.А. Методика преподавания физики. - Л.: «Учпедгиз», 1955.
5. Мошков С. С. Экспериментальные задачи по физике. - Л.: «Учпедгиз», 1955.
6. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе. - М.: «Просвещение», 2008. - 450 с.
7. Галлингер И.В. Экспериментальные задания на уроках физики // Физика в школе. 2008. № 2. - с. 26-31.
8. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы. / Под ред. Каменецкого С. Е., Пурышевой Н. С. - М.: «ГЕОТАР Медиа», 2007. - 640с
9. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. - М «ИНТОР», 1996. – 544 с.
10. Антипин И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6-7 классах. – М.: «Просвещение», 1974. - 127 с.
11. Шилов В.Ф. Домашние экспериментальные задания по физике. 7-9 классы. - М.: «Школьная пресса», 2003. 2, с. 9-10.
12. Шилов В.Ф. Домашние экспериментальные задания по физике. 9-11 классы. - М.: «Знание», 2008. - 96 с.
13. В. И. Лукашик “Физическая олимпиада”- Москва: “Просвещение”, 1987г.
14. П.Л. Капица “Физические задачи” – Москва: “Знание” 1966 г.

15. Кабардин О.Ф. Педагогический эксперимент. // Физика в школе. — 2009. № 6. - с. 24-25
16. <http://4ipho.ru/> “Сайт подготовки к Международной олимпиаде по физике **IPhO**”

ПРИЛОЖЕНИЕ

Примеры решения экспериментальных задач по оптике.

Геометрическая оптика 8 класс.

Задача 1. Измерение показателя преломления среды.

Задание. Измерить показатель преломления растительного масла. Для этого проделать следующие операции.

Оборудование. Лазерная указка, чашка Петри, стакан с исследуемым растительным маслом (рафинированным), миллиметровая бумага, бумажные салфетки (для поддержания рабочего места в чистоте).

Постановка эксперимента.

1) Наполнить чашку Петри маслом. Поставить её на лист миллиметровой бумаги. На листе очертить вокруг неё окружность.

2) Направить луч лазера на некоторую точку на боковой стенке чашки с маслом. Определить ход луча. На окружности (или возле неё) отметить точки, соответствующие точкам входа луча в чашку и выхода луча из нее.

3) Повторить эксперимент 7 – 10 раз, выбирая каждый раз новую точку входа и новый угол падения луча. Результаты всех измерений фиксировать на миллиметровой бумаге.

4) Построить график зависимости синуса угла падения луча на чашку от синуса угла преломления при выходе луча из чашки (рис. 6).

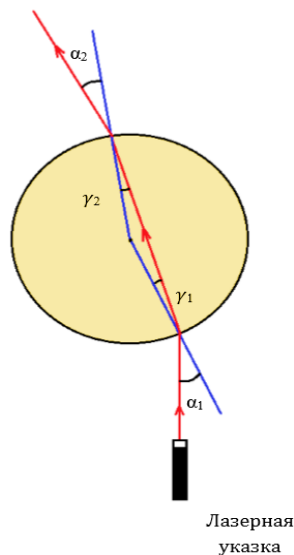


Рисунок 6. Схема хода светового луча через чашку Петри, наполненную маслом (вид сверху).

Решение.

Показатели преломления двух сред по закону Снеллиуса соотносятся следующим образом:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}, \quad (1)$$

где $\sin \alpha$ – синус угла падения луча света на границу сред,
 $\sin \gamma$ – синус угла преломления.

Заметим, что оба луча лежат в одной плоскости. Показатель преломления воздуха будем считать равным единице. В случае, когда луч света падает на некоторую среду из воздуха, уравнение (1) упрощается:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}, \quad (2)$$

n – показатель преломления среды.

Пояснения. На схеме красным цветом изображен падающий луч лазера, синим цветом – нормали в точках падения луча на чашку и его выхода наружу. Показатель преломления среды n находится из соотношения:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = n = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2}, \quad (3)$$

Указания. При проведении эксперимента использовать только боковую поверхность чашки Петри – светить лазером на чашку с маслом сверху или снизу нельзя; преломлением света на искривленной поверхности стекла можно пренебречь.

Задача 2. Определение показателя преломления вещества плосковыпуклой

линзы.

Задание. Определить показатель преломления вещества плосковыпуклой линзы.

Оборудование. Плосковыпуклая линза, штангенциркуль, линейка, экран, электрическая лампочка на подставке, источник тока, соединительные провода.

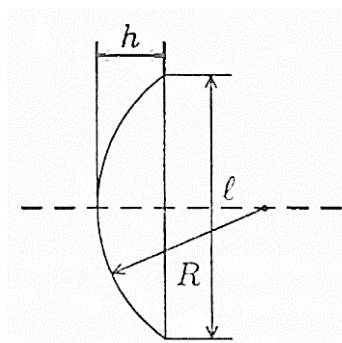


Рисунок 7. Схема плосковыпуклой линзы.

Решение. Штангенциркулем измеряются расстояния l и h . Зная их, нетрудно найти радиус R сферической поверхности:

$$R = \frac{l^2 + 4h^2}{8h}, \quad (4)$$

Используя источник света, линзу и экран, можно найти фокусное расстояние линзы:

$$F = \frac{fd}{f+d}, \quad (5)$$

Расстояния f и d измеряются линейкой. Далее используется формула для фокусного расстояния линзы:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right), \quad (6)$$

В нашем случае $R_1 = R$, $R_2 = \infty$, т.е.

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \frac{1}{R}, \quad (7)$$

следовательно

$$n = \frac{R}{F} + 1, \quad (8)$$

Задача 3. Определение оптической силы рассеивающей линзы.

Задание. Определить оптическую силу рассеивающей линзы

Оборудование. Рассеивающая линза, масштабная линейка, лампочка, источник тока, экран, провода, собирающая линза, ключ.

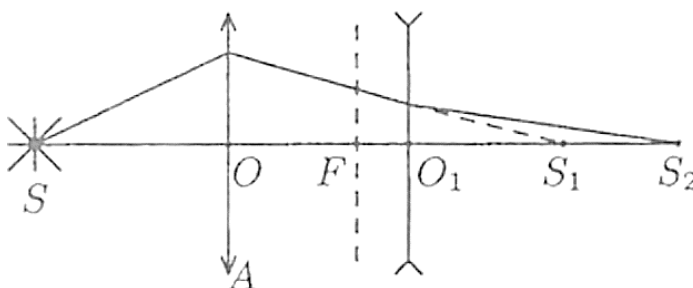


Рисунок 8. Иллюстрация к задаче № 3

Решение. Расположим между освещённым предметом и экраном собирающую и рассеивающую линзы (см. рис.). Пусть S - источник света, S_1 - изображение этого источника в собирающей линзе. Если на пути лучей, преломлённых собирающей линзой A , поставить рассеивающую

линзу, то изображение точки S , т. е. точка S_1 , удалится от собирающей линзы в точку S_2 (расстояние $O_1 S_1$ должно быть меньше фокусного расстояния рассеивающей линзы).

Применим теперь принцип обратимости световых лучей, т. е. будем мысленно рассматривать лучи, идущие от S_2 в обратную сторону. Тогда точка S_1 - это мнимое изображение точки S_2 в рассеивающей линзе.

Пусть $|S_1 O_1| = f$, $S_2 O_1 = d$, тогда по формуле линзы (с учётом знаков) имеем:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}, \quad (9)$$

Откуда оптическая сила рассеивающей линзы равна:

$$D = -\frac{1}{F} = \frac{f-d}{fd}, \quad (10)$$

Измерения проводятся следующим образом: сначала добиваемся чёткого изображения на экране с помощью одной собирающей линзы.

Положение точки S_1 фиксируется (отмечается).

Ставим рассеивающую линзу и снова получаем чёткое изображение светящейся точки S_2 (лампочки), отодвигая экран. Измеряем линейкой отрезки $O_1 S_1$ и $O_1 S_2$. Полученные значения подставляем в выражение (10).

Указание. Фокусное расстояние собирающей линзы должно быть меньше фокусного расстояния рассеивающей, иначе метод не будет работать.

Задача 4. Изучение оптического «серого ящика».

Условие. Внутри «серого ящика» расположено прозрачное стекло, на котором находится непрозрачный объект (буква «Н», сделанная из фольги). На некотором расстоянии от объекта в торцевой стенке серого ящика расположена собирающая линза. На другом торце расположено прозрачное окно, закрывающее непосредственный доступ к объекту (рис. 9).

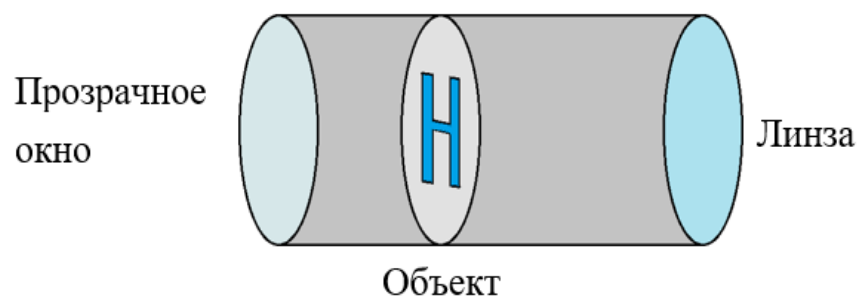


Рисунок 9. Иллюстрация к условию задачи «Изучение оптического «серого ящика»».

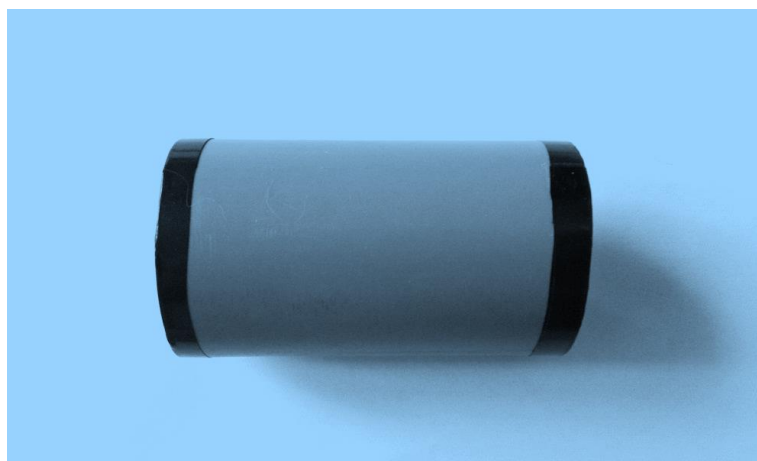


Рисунок 10. Внешний вид оптического «серого ящика».

Задание.

- 1) Измерить фокусное расстояние линзы.
- 2) Измерить высоту объекта, расположенного внутри серого ящика. В отчёте привести соответствующие схемы хода лучей.

Оборудование. Источник света, линейка, лист картона, лист миллиметровой бумаги, пластилин, исследуемый «серый ящик» (рис. 9), 2 зажима для бумаги.

Решение.

Как известно, световой пучок, параллельный главной оптической оси, после прохождения собирающей линзы преломляется и собирается в её главном фокусе. Таким образом, для измерения фокусного расстояния достаточно измерить расстояние между линзой и точкой, в которую соберутся лучи. Это же свойство позволит измерить высоту объекта. Для этого расположим СЯ и источник света так, чтобы вначале свет падал на объект, затем на линзу и экран.

Расстояние между линзой и экраном сделаем заведомо больше фокусного. Рассмотрим ход лучей (рис. 11):

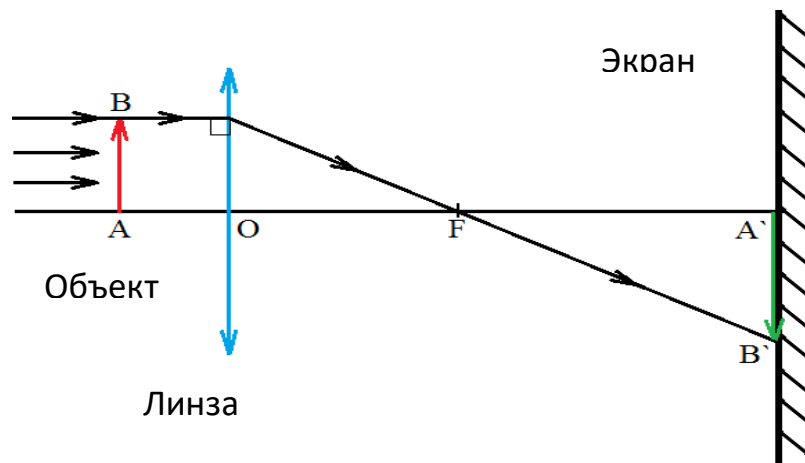


Рисунок 11. Схема хода лучей в «сером ящике».

В этом случае на пути некоторых лучей оказывается непрозрачный объект АВ, образующий тень. Прошедшие лучи преломляются на линзе, проходят через фокус F и падают на экран. В результате, на экране можно увидеть проекцию объекта А'В'. Исходя из схемы (рисунок 49) можно сказать, что:

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{OF}{A'F}, \quad (11)$$

$$\frac{h}{H} = \frac{f}{d-f}, \quad (12)$$

где h - высота объекта, H - высота проекции на экране, d - расстояние между экраном и линзой, f - фокусное расстояние линзы.

Исходя из теории, источником лучей, параллельных друг другу (плоская волна), может служить любой световой источник, отнесенный на бесконечно большое расстояние. Воспользуемся приближением и будем считать, что имеющийся источник света, отнесенный от линзы на расстояние, значительно превосходящее фокусное, является источником лучей, параллельных друг другу.

Задача 5. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы.

Оборудование. Источник света, линейка, лист картона, лист миллиметровой бумаги, пластилин, исследуемая рассеивающая линза, 2 зажима для бумаги.

Задание. Используя имеющееся оборудование, измерить фокусное расстояние рассеивающей линзы. Измерения провести для обоих фокусов (с одной и с другой стороны от линзы). Для каждой стороны провести не менее 7 измерений, найти среднее значение (для каждой стороны – своё), подсчитать погрешности измерения. В отчёте изобразить схему хода лучей в линзе.

Пояснения. Лучи, испускаемые источником света (рис. 12), можно разделить на те, которые падают на экран без прохождения через линзу и те, которые прошли через неё.

Рассмотрим граничный случай. Для простоты построим лучи, проходящие только с одной стороны от оптической оси линзы (рис. 13, слева).

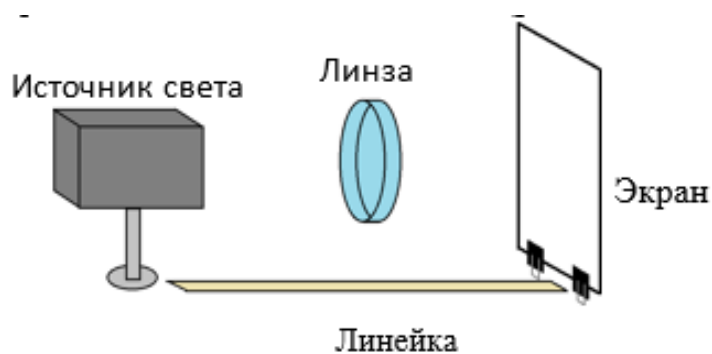


Рисунок 12. Схема экспериментальной установки для задачи №5.

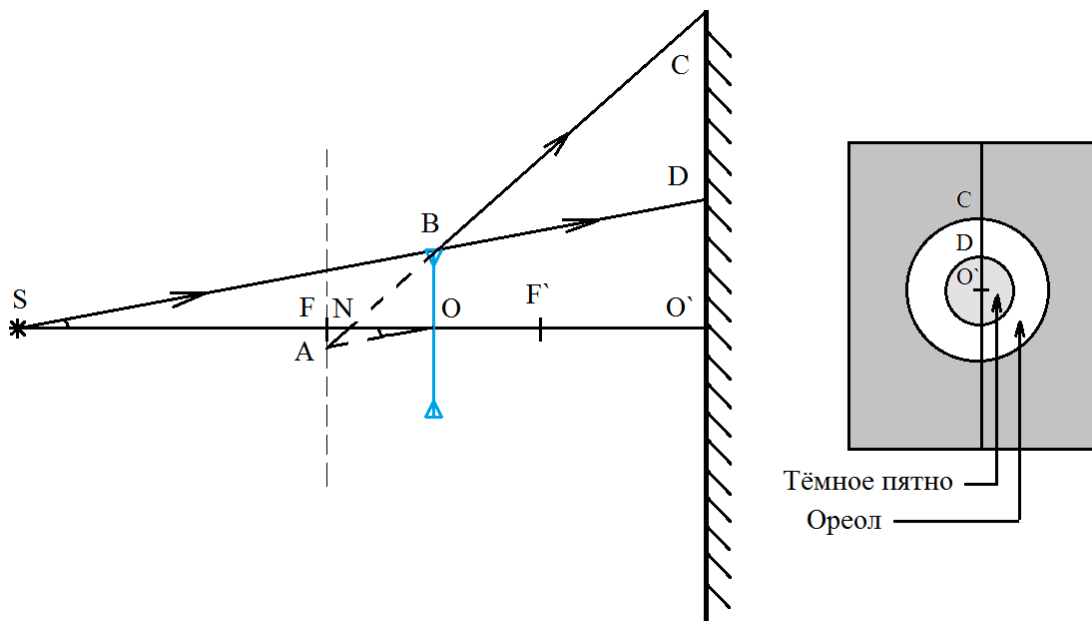


Рисунок 13. Схема хода лучей (слева) и изображение на экране (справа).

Луч SD , пройдя вблизи края линзы (точка B), не был преломлен линзой. Все остальные лучи, которые прошли мимо линзы, будут падать на экран выше точки D . Луч SB преломляется на краю линзы и изменяет своё направление на BC . Нетрудно доказать, что все остальные лучи, преломившиеся на линзе, будут падать ниже точки C . В результате, область между точками C и D будет освещаться и теми лучами, которые прошли мимо линзы, и теми, которые преломились в ней. На экране эта область будет представлять собой кольцо, называемое ореолом (рис. 13

, справа). Ореол имеет чёткие границы, и окружает область, которую освещают только те лучи, которые преломились на линзе. Эта область

освещена менее интенсивно, и выглядит, как тёмное пятно.

Измерение радиуса ореола CO' и линзы OB , а также расстояния между источником света и экраном SO , а также между линзой и экраном OO' позволяют определить величину фокусного расстояния FO рассматриваемой линзы.

Задача 6. Определение силы света источника.

Задание. Определить силу света одного источника, если известна сила света

другого.

Оборудование. Два источника света (сила света одного известна, а другого

- нет), линейка, лист бумаги с жирным пятном.

Решение.

Установим лист бумаги с пятном между двумя точечными источниками так, чтобы он был перпендикулярен линии, соединяющей источники (см. рис. 14). Подберем расстояния l_1 и l_2 от источников до пятна так, чтобы оно не выделялось на фоне бумаги, если смотреть на него со стороны первого источника. Это означает, что освещённость справа и слева от листа бумаги приблизительно одинакова.

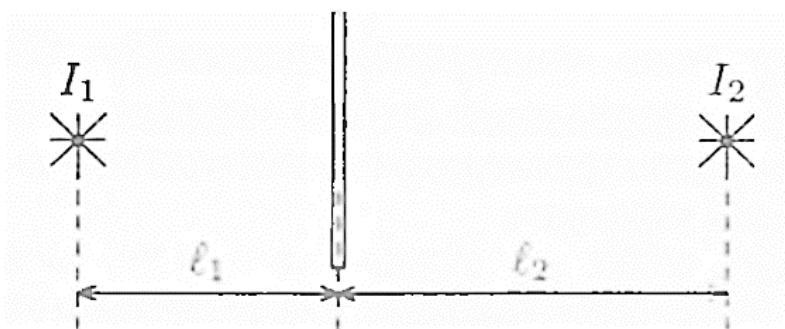


Рисунок 14. Иллюстрация к задаче № 6.

Если I_1 – известная сила света, то

$$I_2 = I_1 \frac{l_2^2}{l_1^2}, \quad (13)$$

Задача 7. Определение радиуса кривизны выпуклого зеркала.

Задание. Определить радиус кривизны выпуклого зеркала.

Оборудование. Выпуклое зеркало, проекционный фонарь, экран, два листа картона, линейка.

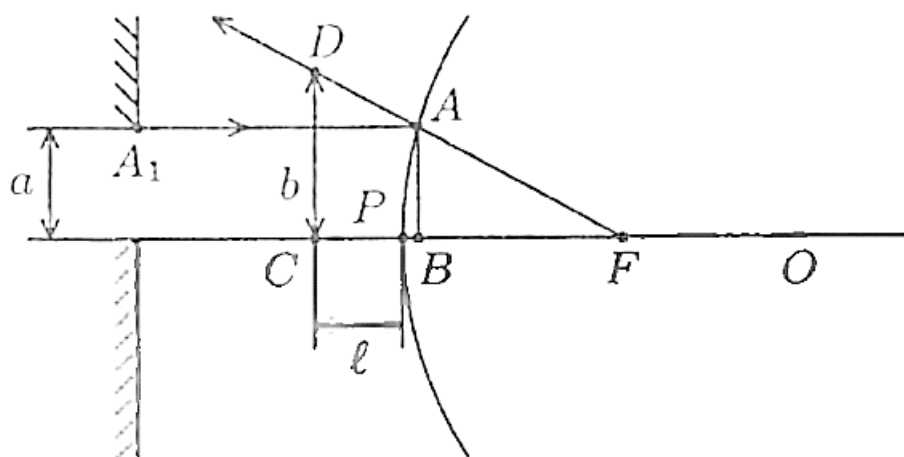


Рисунок 15. Определение радиуса кривизны выпуклого зеркала.

Решение.

С помощью двух листов картона выделяется узкий, параллельный главной оптической оси пучок света и направляется на зеркало (см. рис. 15).

Крайний луч AA' после отражения от зеркала пойдёт по направлению AD (визуально это граница света и тени). На произвольном расстоянии l от полюса зеркала отметим точку C . Через неё проведём прямую, перпендикулярную главной оптической оси зеркала, до пересечения с отражённым лучом. Отрезок CD измеряется с помощью линейки. Пусть $CD = b$,

$AB = a$. Из подобия треугольников ABF и DCF , следует

$$\frac{b}{a} = \frac{CF}{BF}, \quad (14)$$

Учитывая, что пучок узкий и, следовательно, $BF \approx F$ - фокусному расстоянию зеркала, получим:

$$\frac{l+F}{F} = \frac{b}{a}, \quad (15)$$

$$F = \frac{al}{b-a}, \quad (16)$$

Отрезки a и b измеряются линейкой так же, как отрезок l . [14]

Задача 8. Прочтение текста на обратной стороне бумаги.

Задание. Лист бумаги из блокнота плотно приклеен к доске. На обратной стороне бумаги написан текст. Как его прочесть, используя законы оптики? Почему так происходит?

Оборудование. Лист бумаги из блокнота, масло, доска.

Пояснение. Волокнистость и пористость бумаги рассеивают падающий на нее свет так, что прочесть текст, написанный на обратной стороне бумаги, невозможно. Масло, заполняя поры и изменяя ориентацию волокон бумаги, уменьшает рассеивание света, и он проходит через бумагу без значительного отклонения. Поэтому текст легко просматривается.

Задача 9. Определение перемещения утреннего солнца, отраженного от поверхности воды, относительно рыбака, находящегося на берегу озера.

Задание. Юный рыбак, сидя на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение утреннего Солнца. Куда переместится это изображение, если он будет наблюдать его стоя? Проверить на опыте и нарисовать схему хода лучей.

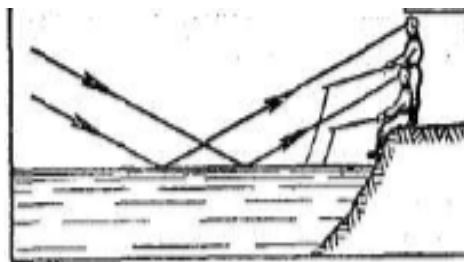


Рисунок 16. Иллюстрация к задаче № 9.

Пояснение.

Солнце удалится от берега. Задача основана на законе отражения.

Отражением света называют изменение направления световых лучей при падении на границу раздела двух сред, в результате чего свет распространяется обратно в первую среду.

Угол падения - угол α между направлением падающего луча и перпендикуляром к границе раздела двух сред, восстановленным в точке падения.

Угол отражения- угол β между этим перпендикуляром и направлением отраженного луча.

Законы отражения света:

- 2) Луч падающий, перпендикуляр к границе раздела двух сред в точке падения и луч отраженный лежат в одной плоскости.
- 3) Угол отражения равен углу падения.

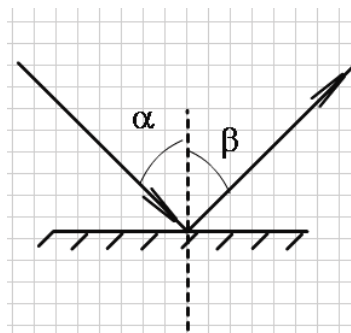


Рисунок 17. Угол падения и отражения.

Задача 10. Определение высоты электрической лампы накаливания, расположенной на аллее парка, с помощью линейки 1 м. (лампа подвешена довольно высоко).

Задание. Прямую аллею парка освещает электрическая лампа накаливания. Как определить высоту лампы над землей, имея лишь деревянную линейку длиной 1 м., а лампа подвешена довольно высоко?

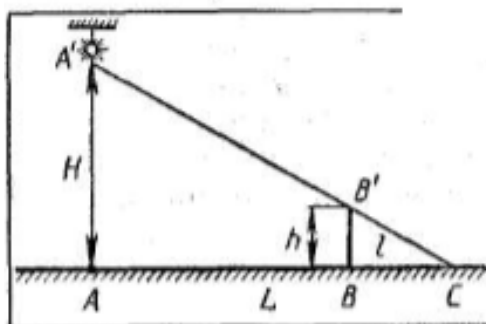


Рисунок 18. Иллюстрация к задаче № 10.

Пояснение.

Место точки A (под лампой) определяется с помощью линейки, используя ее в качестве отвеса. (В точке A линейка не должна давать боковых теней). Придав отвесное положение линейке, получим точку B ($B'B = h$). Наличие линейки позволяет измерить расстояние $AC = L$ и длину тени $BC = l$ на аллее от линейки. Полученных числовых данных для L и l достаточно, чтобы из подобия треугольников $AA'B$ и $BB'C$ найти высоту лампы над землей $H = \frac{Lh}{l}$.

[13]

Волновая оптика 11 класс.

Задача 11. Изучение дисперсии света.

Оборудование. Источник света (белый светодиод с источником питания), собирающая линза, 2 – 3 листа картона, призма, 4 зажима для бумаги,

миллиметровая бумага, штатив с лапкой, пластилин.

Задание.

- 1) Измерить фокусное расстояние собирающей линзы.
- 2) Исследовать зависимость ширины изображения на экране от ширины щели, через которую проходит пучок света, падающий на призму (провести 10 – 15 измерений). Построить график этой зависимости. Объяснить полученную зависимость. Изобразить схемы хода лучей.

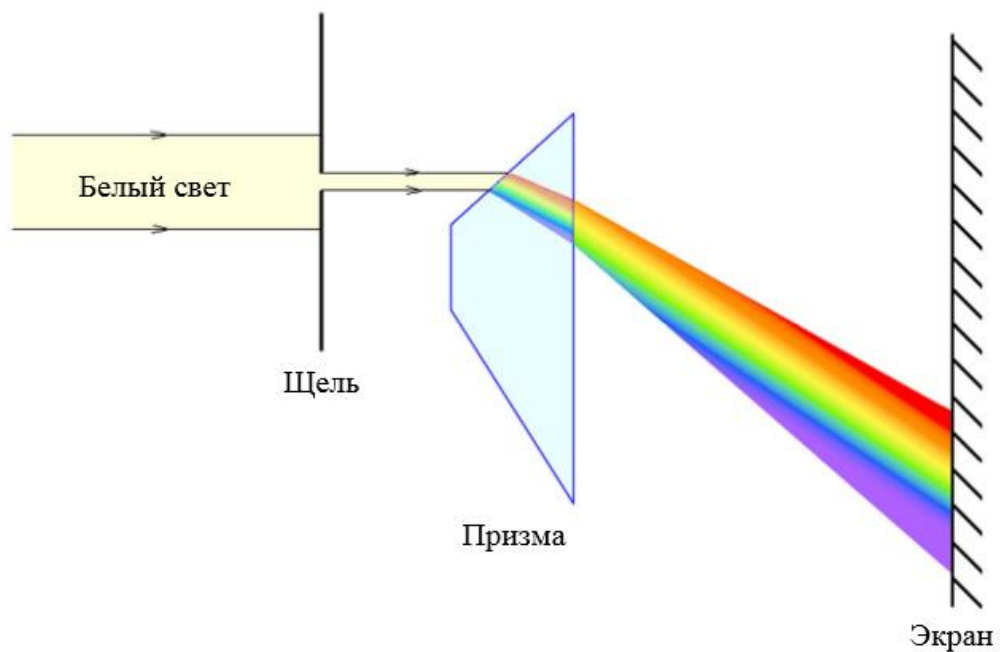


Рисунок 19. Схема экспериментальной установки для задачи №11.

Пояснения. Задача посвящена экспериментальному изучению зависимости ширины изображения на экране от ширины щели. Схема экспериментальной установки показана на рисунке 20. Эксперимент приводит к выводу, что эта зависимость имеет линейный характер.

Задача 12. Наблюдение явления интерференции света на мыльной пленке.

Оборудование. Стакан с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой диаметром 30 мм. (см. рисунок 20)



Рисунок 20. Стакан с мыльным раствором и проволочное кольцо.

Задание.

- 1) На проволочном кольце получить мыльную плёнку и расположить её вертикально.
- 2) Пронаблюдать интерференцию в затемненном классе на плоской мыльной пленке при монохроматическом освещении.
- 3) Пронаблюдать светлые и темные горизонтальные полосы, изменяющиеся по ширине по мере изменения толщины пленки (см. рисунок 21)

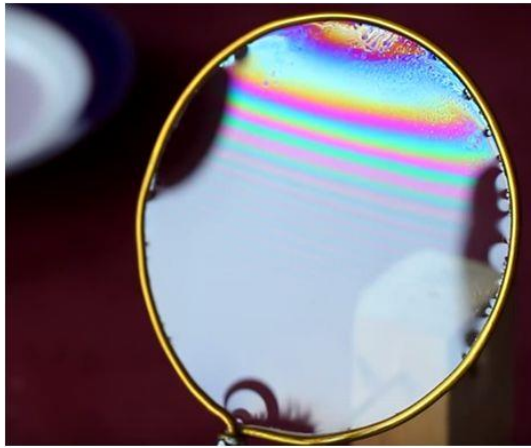


Рисунок 21. Светлые и темные полосы на мыльной пленке.

Объяснение. Появление светлых и темных полос объясняется интерференцией световых волн, отраженных от поверхности пленки. $d = 2h$

Разность хода световых волн равна удвоенной толщине плёнки.

При вертикальном расположении пленка имеет клинообразную форму. Разность хода световых волн в верхней её части будет меньше, чем в нижней. В тех местах пленки, где разность хода равна четному числу полуволн, наблюдаются светлые полосы. А при нечетном числе полуволн – темные полосы. Горизонтальное расположение полос объясняется горизонтальным расположением линий равной толщины пленки.

4) Освещаем мыльную пленку белым светом (от лампы).

5) Наблюдаем окрашенность светлых полос в спектральные цвета: сверху – синий, внизу – красный.

Объяснение. Такое окрашивание объясняется зависимостью положения светлых полос о длины волн падающего цвета.

6) Наблюдаем также, что полосы, расширяясь и сохраняя свою форму, перемещаются вниз.

Объяснение. Это объясняется уменьшением толщины пленки, так как мыльный раствор стекает вниз под действием силы тяжести.

Задача 13. Наблюдение интерференции света на воздушной пленке.

Оборудование. Чистые стеклянные пластинки, картон темного цвета.

Чистые стеклянные пластинки учащиеся складывают вместе и сжимают пальцами (см. рисунок 22).



Рисунок 22. Стеклянные пластинки

Задание.

- 1) Пронаблюдать яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы.
- 2) Объяснить, почему они появляются. Какие законы объясняют это явление.
- 3) Зарисовать наблюдаемую интерференционную картину.

Пояснение. Пластинки нужно рассматривать в отраженном свете на темном фоне, в качестве которого выступает картон темного цвета. В этом случае наблюдаются в некоторых местах яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы.

Изменив нажим, можно пронаблюдать изменение расположения и формы полос.

Объяснение. Поверхности пластинок не могут быть совершенно ровными, поэтому соприкасаются они только в нескольких местах. Вокруг этих мест

образуются тончайшие воздушные клинья различной формы, дающие картину интерференции. (см. рисунок 23).

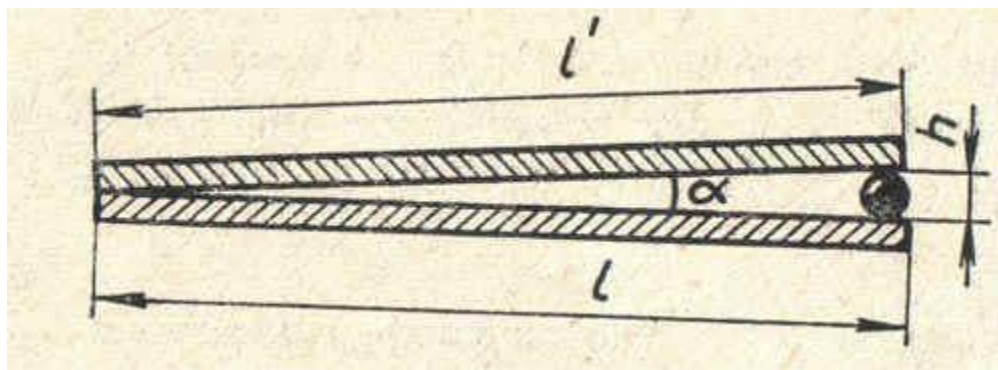


Рисунок 23. Иллюстрация к задаче №13

В проходящем свете условие максимума $2h = kl$

Пояснение. Явление интерференции и поляризации в строительной и машиностроительной технике используют для изучения напряжений, возникающих в отдельных узлах сооружений и машин. Метод исследования называют фотоупругим. Например, при деформации модели детали однородность органического стекла нарушается. Характер интерференционной картины отражает внутренние напряжения в детали (см. рисунок 24).



Рисунок 24. Внутреннее напряжение в детали

Задача 14. Наблюдение дифракции света на грампластинке.

Оборудование. Лампа с прямой нитью накала, грампластинка (см. рисунок 25)



Рисунок 25. Грампластинка.

Задание.

- 1) Пронаблюдать с помощью грампластинки и лампы дифракционную картину.
- 2) Какие законы объясняют это явление?
- 3) Зарисовать наблюдаемую дифракционную картину в тетрадь.

Решение. Грампластинка является хорошей дифракционной решеткой. Располагаем грампластинку так, чтобы бороздки расположились параллельно нити лампы и наблюдаем дифракцию в отраженном свете. Наблюдаем яркие дифракционные спектры нескольких порядков.

Объяснение: Яркость дифракционных спектров зависит от частоты нанесенных на грампластинку бороздок и от величины угла падения лучей. (см. рисунок 26)

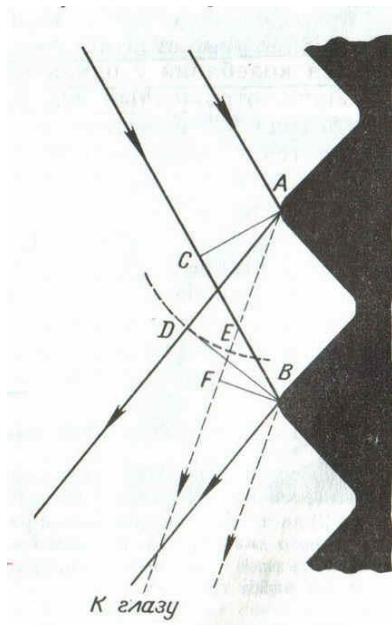


Рисунок 26. Ход лучей.

Почти параллельные лучи, падающие от нити лампы, отражаются от соседних выпуклостей между бороздками в точках А и В. Лучи, отраженные под углом равным углу падения, образуют изображение нити лампы в виде белой линии. Лучи, отраженные под иными углами, имеют некоторую разность хода, вследствие чего происходит сложение волн.

Задача 15. Наблюдение дифракции света на узкой щели.

Оборудование. Штангенциркуль.

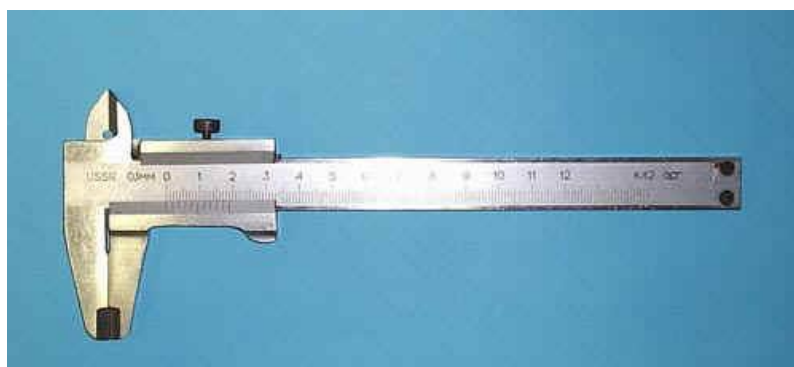


Рисунок 27. Штангенциркуль.

Задание.

- 1) Пронаблюдать дифракционную картину с помощью щели между губками штангенциркуля.
- 2) Объяснить данное явление.
- 3) Зарисовать наблюдаемую дифракционную картину в тетрадь.

Решение-пояснение.

1. Сдвигаем ползунок штангенциркуля до образования между губками щели шириной 0,5 мм.
2. Приставляем скошенную часть губок вплотную к глазу (располагая щель вертикально).
3. Сквозь эту щель смотрим на вертикально расположенную нить горячей лампы.
4. Наблюдаем по обе стороны от нити параллельные ей радужные полосы.
5. Изменяем ширину щели в пределах 0,05 – 0,8 мм. При переходе к более узким щелям полосы раздвигаются, становятся шире и образуют различные спектры. При наблюдении через самую широкую щель полосы очень узки и располагаются близко одна к другой.

Задача 16. Наблюдение явления поляризации света.

Оборудование. Настольная лампа или любой другой источник света, линзы от солнечных очков.

Задание.

- 1) Пронаблюдать явление поляризации света с помощью настольной лампы и линз от солнечных очков.
- 2) Объяснить суть данного явления, какие законы его объясняют.

Решение-пояснение.

- 1) Включите настольную лампу (накаливания) и установите ее так, чтобы была видна лампочка накаливания. Встаньте на расстоянии примерно 1 м от нее. Посмотрите на лампочку и запомните ее яркость (см. рисунок 28)

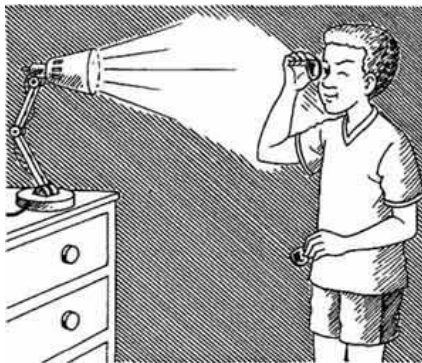


Рисунок 28. Иллюстрация к задаче №16.

2) Выньте пластиковые линзы из очков. Стоя на расстоянии 1 м от лампы, закройте один глаз и посмотрите другим на лампу сквозь одну из поляризующих линз от очков. Запомните яркость лампочки в этом случае.

3) Возьмите вторую линзу и держите ее перед первой, не касаясь ее. Закрыв один глаз, посмотрите на лампочку сквозь обе линзы. Не меняя положения первой, вращайте вторую линзу до тех пор, пока яркость лампочки не станет максимальной. Затем медленно поверните вторую линзу на 90° , наблюдая при этом за тем, как будет меняться яркость лампочки.

Что должно было произойти? Яркость лампы уменьшается, когда вы рассматриваете ее сквозь линзу.

Пояснение. Если посмотреть на лампу сквозь обе линзы, то можно убедиться, что ее яркость стала еще меньше. При вращении одной из линз перед другой вы увидите, что яркость лампы становится все меньше и меньше. Наконец вы вообще перестанете видеть свет от лампы. Почему? Видимый свет — способ распространения энергии в виде электромагнитных волн. Свет представляет собой поперечные волны, колебания которых происходят во всех направлениях перпендикулярно к направлению распространения света. Поляризованный свет — это такие электромагнитные волны, у которых колебания электрических полей параллельны друг другу. Поляризация света характеризует направление электрического поля в электромагнитной световой волне. Световая волна, электрическое поле которой колеблется в вертикальном направлении, является вертикально поляризованной. Световая волна, электрическое поле которой

колеблется в горизонтальном направлении, называется горизонтально поляризованной. Неполаризованный свет содержит световые волны с электрическими полями, чьи колебания происходят в различных направлениях. Пример неполаризованного света — свечение лампы накаливания в нашем опыте. Поляризующая линза действует как поляризатор, т.е. такое вещество, которое, при прохождении через него света, пропускает только электрические поля, колеблющиеся в одном направлении или в одной плоскости. Когда свет попадает на поляризующую линзу, часть его отражается, а часть поглощается линзой. Через линзу проходит только та часть света, у которого электрические поля колеблются в одной заданной плоскости. Из поляризатора свет выходит поляризованным.

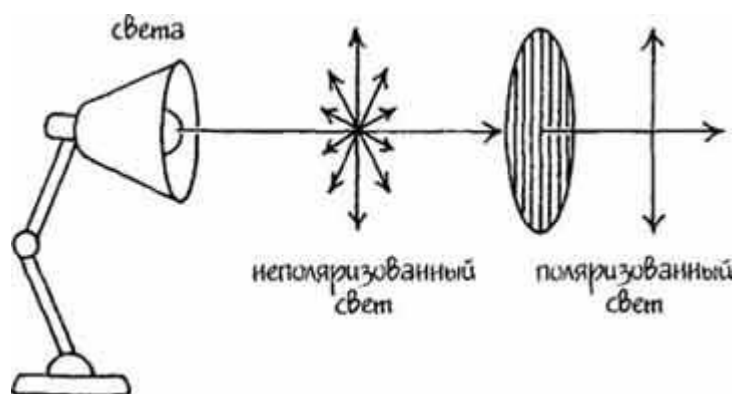


Рисунок 29. Схема поляризации света.

